

水口山鉛鋅礦床工業類型及其勘探方法

217 勘探隊

水口山鉛鋅礦床規模宏大，開采歷史悠久，馳名中外，自1927年開始，就有不少地質學家在此調查並著有報告，從1953年起先後有兩個勘探隊在本區進行地質勘探工作，但因表土厚，地質構造複雜，火成岩產狀變化多端，給勘探工作帶來了許多困難，所以至今仍然有些問題不能肯定。隨着祖國勘探事業的發展，從實踐中豐富了理論。為了收集點滴經驗，對這一具有代表性的礦床類型和勘探方法進行如下的總結，請同志們指教。

一、礦區地質

(一) 地層：

甲、古生代：1. 下二迭紀棲霞灰岩，為本區出露最老的地層，厚300米以上，與上部岩層不整合接觸，水口山鉛鋅礦即賦存於此層中。茅口灰岩：下部為砂頁岩與含錳砂質頁岩互層，並夾不純灰岩，上部為灰黑色燧石灰岩，厚150—200米。2. 上二迭紀樂平煤系：上部為砂質頁岩，中部為砂質頁岩，下部為炭質頁岩，厚250—300米。

乙、中生代：下三迭紀大冶灰岩，下部為黃色頁岩夾不純灰岩，上部為淡灰色薄層灰岩，厚250—300米。

丙、新生代：1. 第三紀紅色岩系，下部為底礫岩，上部為紅色砂岩及頁岩互層，厚500—800米。2. 第四紀紅土及沖積土。

丁、火成岩：為花崗閃長岩（命名尚有爭論），分東西兩個岩體，產狀很不規則，東部火成岩略作橢圓形，南北長而東西狹，皆成超覆狀，唯緩急不同。這個岩體東西南三面與樂平煤系接觸，僅南部接觸破碎帶中有小囊狀鉛鋅及黃鐵礦體，其他無顯著的礦化；北部與棲霞灰岩接觸，由於本處構造化學條件有利，故賦存着豐富的鉛鋅及黃鐵礦，特別是火成岩形狀變化劇烈的突出部份，礦體更為富集；西部火成岩呈岩床狀，僅於粘塵中的地表有一小帶與東部火成岩

體相連接，其厚度一般為50米，在其下部僅有較大的岩體，產狀尚不清。

(二) 地質構造：

水口山的地質構造甚為複雜，但從總的情況來看，褶皺並非主要的特征，斷裂才是控制本礦區一切地質成礦作用的關鍵。其中以近乎南北向之斷層為主，如東部大逆斷層，中部大逆斷層，西部大逆斷層等，且因斷層傾向相對或背向，故常互成一列的類似地壘、地壑構造（見圖1）。特別是當近乎東西走

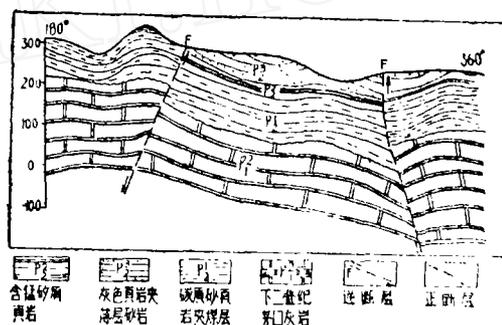


圖1 地壘構造

向之斷層交錯時，則割切本區地層成岩床狀，本礦區的豐富礦體也即居於此種構造中。

(三) 礦床地質：

1. 圍岩蝕變：

(1) 砂卡岩化：水口山砂卡岩化不十分發育，主要分布於水口山礦區的接觸帶附近，且多生於內變質帶。主要礦物成分為石榴子石和透輝石，約占85~90%，它們往往單獨存在，構成石榴子石砂卡岩和透輝石砂卡岩。次要礦物有長石、矽灰石、綠帘石、石英、透閃石、角閃石、絹雲母、方解石、綠泥石等。砂卡岩的外帶即為鉛鋅及黃鐵礦體。故可作為找礦標誌之一。

(2) 角岩化: 由于泥質灰岩或不純灰岩和砂頁岩与火成岩接触时, 受热力的影响, 使矿物重結晶重組合, 分別变成各种透輝石角岩, 透閃石角岩, 石榴子石角岩和絹云母角岩等。

(3) 大理岩化: 在火成岩接触带附近寬約数十米至500米以上的灰岩, 經過热力焙烤而发生重結晶作用, 灰岩变为大理岩, 呈灰白至灰黑色, 或灰白相間的条带状, 一般为中粒至粗粒。花崗嵌布变晶結構。

(4) 砂化: 此种蚀变为水口山最强烈、最普遍的一种围岩蚀变, 几乎发育在所有的岩层中, 分布范围广, 其生成与断层破碎带和火成岩接触带有关。砂化带宽自10米至100余米。

(5) 絹云母化: 按其成因可分为二种。一为泥質物, 經区域变质或火成作用, 使原岩变质重組而成絹云母頁岩、絹云母角岩。另一种由火成岩中的长石分解及后期热液活动而使围岩絹云母化, 如絹云母化大理岩, 絹云母化砂卡岩。

(6) 碳酸盐化: 这种蚀变也很普遍, 特别是灰岩附近的砂頁岩、火成岩、甚至最稳定的砂質頁岩中, 都受到不同程度的方解石脉穿插、充填或交代。

2. 矿床构造情况:

水口山鉛鋅矿生于火成岩超复的大理岩中, 細粒致密的火成岩有較高的抗压性, 与下部大理岩接触, 由于岩性的不同而造成了深大的接触破碎带, 这种接触带与成矿有密切的关系, 特别是火成岩奇形凸出的北区东段, 接触面弯曲, 破碎厉害, 一般寬10—50米, 在接触带外緣生成很大的鉛鋅矿体, 而在接触带西端, 接触带平直, 破碎不厉害, 矿化較差。在大理岩中的矿体, 一般为下列四組裂隙所控制: (1) NEE; (2) NNE; (3) NW; (4) NNW。特别是兩組裂隙相交处, 矿化最富。

3. 矿体分布、产状、規模、品級及其分带和矿物共生組合:

水口山鉛鋅矿分布于东部火成岩体的北端接触破碎带附近50米以內, 仅个别超过100米, 目前已知矿化带长度为1000米, 沿接触带自东向西分为10个矿系。矿体向下有合併的现象, 如NO2A、NO2B、NO3A、NO3B、矿体至第八中段合而为一。矿体形态十分复杂, 大部呈柱状、筒状、囊状、扁豆状, 亦有少数呈巢状、脉状等。矿体产状受火成岩及断裂产状控制, 一般与接触面一致, 但其倾伏方向并不完全

与接触面的倾向(NW)相同, 而有的倾向南西, 矿体倾角上陡下平, 上部70—85度。下部渐变为40—60度。

水口山鉛鋅矿規模巨大, 但矿体的大小不一, 主要矿体一般长达30至50米。矿石品級一般很富, 可分为鉛鋅富矿、貧矿、黄鉄矿等几种类型, 組分含量极不均匀, 其变化系数为80—200%, 一般在100以上, 故本矿应屬第四勘探类型。

水口山鉛鋅矿与黄鉄矿体, 在水平和垂直上都有明显的分带现象。在水平断面上, 垂直矿体走向由火成岩向外可分为砂卡岩、接触破碎角砾、黄鉄矿、鉛鋅矿和大理岩五个带。各带有时只有缺失, 而倒置的现象很少, 由于裂隙控制了成矿, 所以鉛鋅矿带和大理岩带常常互换位置。沿矿体走向, 东端以鋅为主, 鉛很少, 中部火成岩突出, 鉛鋅甚为富集。西端則以黄鉄矿为主, 鉛鋅仅有少量。在垂直方向来看, 上部鉛鋅之比为1.2:1, 中部为1:1.5, 下部为1:1, 再往下部(400米以下)黄鉄矿增加, 鉛鋅相对减少。

組成上述矿体的金屬矿物以黄鉄矿、閃鋅矿、方鉛矿为主, 其次为少量的磁鉄矿、赤鉄矿、白鉄矿、黄銅矿、斑銅矿、硫砷銅矿、黝銅矿、輝銀矿、硫錳矿和金。非金屬矿物以方解石为主, 其次为少量石英、石榴子石、砂灰石、螢石、滑石等。次生矿物有褐鉄矿、菱鉄矿、白鉛矿、鉛矾、菱鋅矿、孔雀石、藍銅矿、軟錳矿、硬錳矿及石膏等。

根据矿物結晶先后之穿插关系及条带状构造, 可以了解本矿区的矿体是在不同时期和阶段在同一构造通路上交替沉淀所成。其中以砂卡岩为最早, 而后为硫化矿物阶段。其中黄鉄矿、閃鋅矿、方鉛矿等硫化物, 以不同的相互結合, 反复多次活动成矿。繼之为砂化阶段, 此时硫化物为量甚少。最后有强烈含少量硫化物的碳酸盐化, 矿区的大量方解石主要是此阶段之产物。另外, 綠泥石、滑石和蛇紋石化的溶液活动在后期也有存在, 但已不是主要的(參看本刊1953年第9期“水口山鉛鋅矿床的特征及其成因問題的初步探討”)。

从上述可知, 本矿床鉛鋅矿体的生成是典型的中溫热液, 且其埋藏深度不大, 然矿体的延深很大。

4. 成矿作用:

(1) 构造控制作用: 水口山鉛鋅矿的成矿构造作用是以断裂为主, 特别是兩組裂隙相交处, 成矿更为有利。由于火成岩和灰岩接触时, 造成深大的接

触破碎带,是矿液的通道,是铅锌矿和黄铁矿沉淀的良好场所。

(2) 围岩控制作用:岩性对成矿的控制作用在水口山十分明显,所有矿体都生于大理岩中,而且条带状的大理岩更为富集,这是与大理岩中构造条件和化学特性有关,又因其含有炭质,更为有利于硫化矿物的还原,而促进矿物沉淀。相反地,在砂页岩中,由于化学性质稳定,虽构造条件良好,也不能生成富矿体,最多也只有小矿脉和贫矿带。如龙王山的接触破碎带,虽有良好的构造条件,但无大理岩,所以不能生成大矿体。至于砂卡岩、角岩、火成岩等,均因其致密坚硬,无强烈的破碎,化学性质不活泼,对成矿不利,只有铅锌和黄铁矿小脉。

(3) 火成作用:水口山铅锌矿一般生于接触带50米以内,个别超过100米,远离接触带未见有大矿体,仅个别条件有利地段,生成无经济价值的小矿脉。从矿体的分布来看,火成岩超复变陡部分,矿化特别富集,盖因接触处有深大的接触破碎带,火成岩为其盖层,有利于矿液的流通和沉淀。

二、工业类型

综上所述,水口山铅锌矿生于棲霞灰岩与花崗閃长岩接触带的外变质带中,与砂卡岩无论在时间和空间上的关系都不密切,不是典型的砂卡岩矿床。矿体形状非常复杂。以柱状、筒状、囊状、扁豆状为主及少部份巢状、脉状等。矿体面积大小不一,大者水平断面达2000多平方米,小者仅60平方米。金属储量很大,矿物成份也较复杂,共生矿物以黄铁矿、閃锌矿、方铅矿、方解石为主,其次为铜的硫化物及氧化物以及铅锌的氧化物和少量石英、螢石等。矿石品级高低不一,富矿 $Pb+Zn$ 的品位与贫矿的品位相差15倍。

根据上述情况,按照北京地质学院矿床教研室金属矿床工业类型的分类,我们认为水口山铅锌矿床,应属第三工业类型——与灰岩接触交代的不规则形热液矿床之非砂卡岩型矿床。

三、勘探方法

(一) 勘探手段的选择

1. 水口山铅锌矿为构造破碎带、地层岩性和火成岩产状等条件所控制。因此,搞清地表,掌握成矿有利地段的分布,是找寻新的矿体的先决条件。可是

水口山的地表,除乐平煤系砂页岩分布地区的复土较薄,可用槽探解决问题外,其他如灰岩,热液石英岩分布地段,断裂破碎和接触破碎带(指火成岩与沉积岩)复土掩盖均甚厚,一般用槽探不能挖到基岩,而这些地段,往往是构造最复杂、成矿最有利的地段,非要搞清不可。因此,我们大量地利用了井、硐和浅钻解决地表问题,在地形条件较好处,多用平硐或坡度30—45度的硐探,在平缓地段利用浅井。可是由于浅井速度慢,成本高,因此,我们采用了300米型(最好是150米型或100米型)的钻机,进行浅孔钻探,孔深一般30—50米,打到基岩1—2米后就停钻,以代替浅井,这一方法收到了一定的效果。

2. 利用物探、化探(金属测量)圈定异常范围,指导找矿方向。水口山的金属测量采用 100×20 , 40×20 及 20×10 的网密,其效果基本相同。所圈出之异常,往往就是矿化较强之所。其下部常有硫化矿体存在。物探异常区也为矿化较好或构造破碎所在。一般能测定火成岩的产状,指导钻探。虽然物探工作在本区试点了三次,利用了磁法、电法及重力探矿,由于矿体埋藏深,还没有肯定经验,但用磁法预测本矿区的火成岩体产状。从而指导找矿工作,仍是应该推广的一种手段。

3. 由于水口山硫化矿物极不规则,属第四勘探类型(参见矿床地质),因此,其深部勘探必须以坑探为主,钻探为辅。钻探的目的一般有二个,一为寻找矿区外围的成矿有利地带和了解深部矿化情况,指导坑道的掘进(如148号孔遇矿后指导北区西部坑道的掘进)。一为探明坑道矿体下部的延深情况,指导下部中段的开辟,而用钻探来解决计算较高级的储量,则很难达到目的。至于坑探则为圈定矿体、求得储量的最重要手段。我们为节省坑道穿脉的进尺,加速勘探进度,采用了水平钻来代替穿脉,其效果良好。

(二) 勘探网密度及工程布置

1. 地表轻型山地工作:

由于槽探的主要目的是了解地层的分布和产状问题,因此,在1:5000的地质图上,采用线距为200米的网密主干槽,在矿化较好处,和1:1000的地质图上,适当加密,灵活运用。

硐探、井探、浅钻的密度未规定,一般间距为200米,其布置原则是搞清破碎带、接触带的性质,

适合地质图的精度，搞清地表矿化情况为原则。

2. 鑽深密度的布置：

在布置找矿鑽探方面，开始犯了教条主义的錯誤，造成浪费，其密度应根据不同的地质情况和不同的目的而定，在地层、构造、矿化情况尚未掌握的地区，则布置宜稀，我們采用了 200—600 米的間距以布置找矿构造鑽孔，如在中区广大范围内就是这样。在成矿条件有利的地段，則鑽孔可以适当加密到 100 米的距离，至于加密到 50 米就不必要了，如我們在西部火成岩的南緣，就是那样布置的。因为該区火成岩产状变陡，而且同大理岩接触，成矿条件好，故鑽孔较密。至于解决已知矿体的下部延深問題，一般都不考虑密度，均是单个鑽孔进行的。总之，鑽孔的布置应严格掌握由稀到密的原则，不但普查构造鑽宜稀，而且在成矿条件較好的地段。均应由 200—400 米，再加密到 100 米。

3. 坑探网密及其布置：

坑探的布置是根据矿体的大小、形状和产状来确定的，由于多呈柱状、筒状和囊状，上下延深大，一般在 100 米以上，水平延长小，自数米至 200 余米，一般为 30—50 米，矿体傾角 45—85 度，根据这一特点，我們所用的勘探网为 40×25 米，即中段垂距 40 米（斜距 45—60 米），穿脉間距 25 米，这就既保证了求得 C₁ 級儲量的質量，又不会漏掉大的矿体。我們曾做过中段距 40 米和 80 米及穿脉距 25 米和 50 米的对比工作，結果其儲量一般相差 50% 以上，証明 80 米的中段距和穿脉 50 米的間距，均不能采用。坑道是沿火成岩接触带矿体賦存部分布置的（如图 2），沿脉方向一般和接触带的方向一致。穿脉則垂直接触带。在施工过程中，向火成岩方向的穿脉，只要打到火成岩中 1—2 米即停，向外則以 50 米間

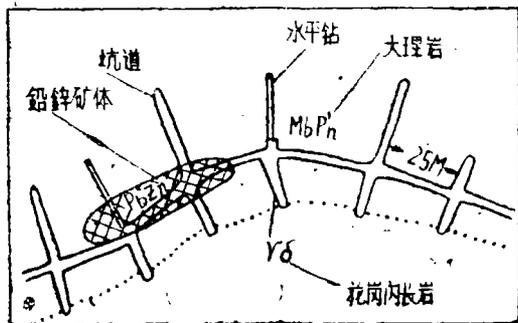


图 2 坑探布置示意图

距的打得較长，以免外围漏掉矿体。

(三) 儲量計算

根据水口山硫化矿物的规模、产状和勘探工程的分布，采用水平断面法計算儲量，並用地質块段法进行对比（见表 1），其結果証明，采用水平断面法計

× × 块段儲量計算方法結果比較表 表 1

| 项 目 | | 以生产数量为准与 用水平断面法所計 算之儲量相对誤差 (%) | 以生产数量为准与 用地質块段法所計 算之儲量相对誤差 (%) |
|-----------------|----|---|---|
| 矿 石 量 | | +14 | -7 |
| 品 位 % | Pb | -26 | -28 |
| | Zn | -33 | -21 |
| | S | +25 | +9 |
| 金 屬 量 (吨) | Pb | -15 | -33 |
| | Zn | -22 | -27 |
| | S | +40 | +1 |

算儲量比較简单适用。地質块段法当然也可以采用，但工作十分复杂，特别是矿体具有分带现象时，制图就更麻烦了。C₁ 級儲量的矿块是水文地质基本了解，有 40×25 米的勘探网控制，同时采样、化验、地質編录質量合乎要求。C₂ 級儲量为 C₁ 級矿块下推或矿体揭露不够，編录不全，采空不清以及結合远景鑽探成果和利用組合分析結果所算的副产品儲量。矿量平衡表內外的划分是根据工业指标分別圈定的，同时分开不同矿石品級，如黄鉄矿中 Pb、Zn 够工业品位，则为鉛鋅矿体，否则为黄鉄矿体。又如矿体中鉛不够工业品位而鋅够时，则为鋅矿体，对金、銀、銅等，均作为副产品进行矿量計算。

矿体面积是根据各中段 1:200 矿量計算图测得，块段体积是根据上、下、中段面积和高差的乘积計算的，若兩中段矿体面积相差小于 40% 时，用梯形公式 $(V = \frac{S_1 + S_2}{2} h)$ ，大于 40% 时用錐体公式

$$(V = \frac{S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 + S_2}}{3} h), \text{ 一中段矿体存在,}$$

而相邻中段矿体尖灭时，用圓錐公式 $(V = \frac{S_1}{3} h)$ 。

品位計算，中段用算术平均法，块段用平均加权。体重是按穿脉坑道每隔 2 米采取小块体重样品进行测定，用大块体重校正。各块段矿体的体重用算术平均法計算之。

(四) 其他方面

1. 采样: 坑内采用沿穿脉坑道垂直矿体每米一个, 用刻槽法連續采样, 规格 10×3 厘米。曾用 15×5 厘米、7×3 厘米二种不同规格检查校正 (见表 2), 結果前种规格在經濟效果上都比較适当。岩心采样用劈岩机劈开, 按岩心采取率每米一个。

2. 加工: 試料縮減采用 $Q = Kd^2$ 公式进行, K 值为 0.2, 曾用 0.5, 0.3, 0.1 三种不同 K 值检查校正 (见表 3) 其結果以 0.2K 值较为合适。

采用规格試驗結果比較表 表 2

| 試料号 | 规格 (cm) | 以 15×5 为标准与 10×3 之相对誤差 (%) | 以 15×5 为标准与 7×3 之相对誤差 (%) |
|-----|---------|----------------------------|---------------------------|
| 1 | | 0 | 10.7 |
| 2 | | 5.1 | 42.7 |
| 3 | | 10.5 | 21 |
| 4 | | 0 | 76.2 |
| 5 | | 5.8 | 7 |
| 6 | | 0.6 | 5.3 |
| 7 | | 2.3 | 8.2 |
| 8 | | 0.8 | 2 |
| 9 | | 0.5 | 1.4 |
| 10 | | 5.0 | 18.9 |

3. 化驗項目: 水口山鉛鋅矿中含多量的黃鉄矿, 並有单独的黃鉄矿体, 並且伴生的有益組分經

(上接第 9 頁)

似是而非, 模稜两可的含糊概念, 这不但无助于提高認識, 反会給工作带来不良后果。

其次是地質指导思想必須明确。曾在勘探工作, 从設計、施工到原始及綜合編录最后完成成果, 在每一个具体問題上都必需密切地結合实际, 在明确的目的要求下进行工作, 否則就会造成被动局面。如对该矿所进行的鑽探工作, 从施工初期不久到最后, 一直是处在可打可不打的被动局面, 結果虽然投入了不少的工程量, 却未能收获应有的地質效果, 这是一个深刻的教訓。

有人認為: 在矿床普查评价时, 鑽探在可打可不打的情况下, 應該大胆地打。这个意見, 筆者認為应分別不同情况对待。如果在评价的基本地質問題已經明确, 並且又屬实际需要时, 应大胆打, 而不应过分強調可能出現的反面結果; 如果可打可不打是基于:

K 值試驗結果比較表 表 3

| K 值 | 以 0.5 为标 准与 0.3 之 相对誤差 (%) | 以 0.5 为标 准与 0.2 之 相对誤差 (%) | 以 0.5 为标 准与 0.1 之 相对誤差 (%) |
|-----|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 1 | 1.6 | 0.4 | 0.4 |
| 2 | 0.4 | 0.3 | 0.6 |
| 3 | 10.2 | 5 | 6 |
| 4 | 14.4 | 0 | 21 |
| 5 | 0.2 | 0.2 | 1 |
| 6 | 1.4 | 0.7 | 20 |
| 7 | 4.2 | 1 | 1 |
| 8 | 10.3 | 0.2 | 10.3 |
| 9 | 2.3 | 0.8 | 4 |
| 10 | 1 | 1 | 1 |
| 11 | 1.5 | 0.9 | 2 |
| 12 | 1.5 | 3 | 11 |
| 13 | 5 | 7 | 7 |
| 14 | 0.7 | 0.9 | 2 |

选冶处理后, 可以有有效的利用。因此, 在确定化驗工作上就比較复杂, 其本分析鉛鋅矿体只分析 Pb·Zn 二个元素, 組合样品分析 Au、Ag、Cu、S。黃鉄矿体基本分析元素为 S, 組合分析为 Au、Ag、Cu、Sb、Zn, 必須指出, 利用光谱分析查定矿物的伴生元素是很重要的, 如根据分析的結果, 确定伴生元素可能回收时, 則应利用大組合或单矿物进行化驗分析, 以計算其儲量。

反正增加工程量就有利於增加地質資料, 这实际上是片面的地質工作观点, 不能采取这种看法。

五、对矿区评价缺乏有始有终 的严肃負責精神

肯定一个具有一定国民經济意义的矿区(矿床) 並做出正确的评价, 須要通过各方面的工作和付出辛勤的劳动; 同样, 否定一个矿区也需要进行足够的工作。因为虽然工作結果不同, 但其目的都是为了对地質矿产资源做出正确的评价。因此必須以严肃負責的精神对待评价工作, 加强工作責任感, 自始至終, 細致慎重的进行分析研究, 积极利用一切可能提供的地質成果, 迅速取得普查勘探的应有結論。我們在对该矿的评价工作后期, 由于有些消沉情緒, 影响了野外和室内工作的积极开展, 以致拖延了评价工作的時間。